

#2

Attorney Docket No. 25-192  
Patent

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Kenichi SATO  
Serial No.: (new) Group:  
Filed: February 19, 2002 Examiner:  
For: ELECTRONIC CAMERA



LETTER

February 19, 2002

Director of Patents  
and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
Japan	2001-094961	March 29, 2001

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16-1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By Bruce Y. Arnold  
Bruce Y. Arnold  
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 585  
Great Falls, VA 22066-0585

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-094961

出 願 人

Applicant(s):

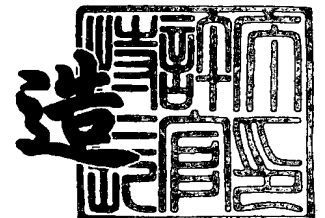
富士写真光機株式会社



2001年11月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3102128

【書類名】 特許願

【整理番号】 FJ00-025

【提出日】 平成13年 3月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 19/02

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内

    【氏名】 佐藤 賢一

【特許出願人】

    【識別番号】 000005430

    【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100109656

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】

    【識別番号】 100098785

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 019482

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子カメラ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像情報を取得する電子撮像素子であって、複数の検出要素を所定の面に沿って配列した電子撮像素子と、

前記電子撮像素子の前記複数の検出要素のそれぞれに像を結像させる光学系とを備えると共に、

前記電子撮像素子において、前記複数の検出要素を配列した面を非平面としたことを特徴とする電子カメラ。

【請求項 2】 前記電子撮像素子において、前記複数の検出要素を配列した面の曲率半径  $R$  は、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の電子カメラ。

$$|R| < 20f \dots\dots (1)$$

ただし、

$f$  : 光学系の焦点距離

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば電子カメラ（デジタルカメラ）に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、銀塩フィルムに代わり、CCD（電荷結合素子）のような電子撮像素子を用いて被写体を撮影するようにした電子カメラが普及している。電子カメラには、一般に、静止面の撮影を行うスチルカメラと、動画の撮影を行うビデオカメラとがある。これらの電子カメラでは、電子撮像素子は、画素に対応する多数の検出要素を有しており、これらの検出要素は、電子カメラの光学系の光軸に対して直交する平面（以下、配列平面とする。）に沿って 2 次元的に配列されている。

【0003】

ところで、このような電子撮像素子では、配列平面の中央部に配置された検出要素には光がほぼ直角に入射するが、配列平面の周辺部に配置された検出要素には光が斜めに入射するため、受光効率が低いという問題があった。また、光学系の像面湾曲により、配列平面の周辺部に配置された検出要素の受光面と像面とが一致しない場合も多く、周辺部におけるピントぼけが生じるという問題もあった。そのため、従来は、これらの問題を、電子カメラにおける光学系の設計に対して厳しい制約を与えることによって解決してきた。

## 【 0 0 0 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年の電子カメラの小型化への要請に応えるには、光学系の設計に対する制約は少ない方が望ましい。そのため、できるだけ光学系の設計に対する制約を与えずに、電子撮像素子の各検出要素における受光効率を改善することが望まれている。

## 【 0 0 0 5 】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、光学系の設計に対する制約を与えることなく、電子撮像素子の各検出要素における受光効率を改善することができる電子カメラを提供することにある。

## 【 0 0 0 6 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明による電子カメラは、複数の検出要素を所定の面に配列してなる電子撮像素子と、電子撮像素子の複数の検出要素に像を結像させる光学系とを備えると共に、電子撮像素子において、複数の検出要素を配列した面を非平面としたことを特徴とするものである。

## 【 0 0 0 7 】

本発明による電子カメラでは、光学系を通過した光は、非平面上に配列された電子撮像素子のそれぞれの検出要素に入射する。

## 【 0 0 0 8 】

本発明による電子カメラでは、電子撮像素子において、複数の検出要素を配列した面の曲率半径  $R$  が、以下の条件式 (1) を満足することが好ましい。

$$|R| < 20f \dots\dots (1)$$

ただし、

f : 光学系の焦点距離

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0010】

図1は、本発明の一実施の形態に係る電子カメラの光学系の構成を示している。なお、図1において、符号 $Z_{OBJ}$ で示す側が物体側、すなわち、例えば撮影用の被写体が存在する側である。また、図1において、符号 $Z_{IMG}$ で示す側が結像側、すなわち、物体側の被写体像が結像される側である。図1において、符号 $R_i$ は、最も物体側のレンズ面を1番目として、像面側に向かうに従い順次増加する $i$ 番目のレンズ面の曲率半径を示す。符号 $D_i$ は、 $i$ 番目のレンズ面と $i+1$ 番目のレンズ面との光軸上の面間隔を示す。

【0011】

本実施の形態に係る電子カメラは、光軸 $O$ に沿って物体側から順に、両凸形状のレンズ $L1$ と、電子撮像素子1とを備えて構成されている。レンズ $L1$ の物体側の面および結像側の面は、いずれも非球面となっている。電子撮像素子1は、例えばCCDなどの固体撮像素子であり、光軸 $O$ に直交する配列面3に沿って、複数の検出要素10を配列したものである。それぞれの検出要素10は、そのレンズ $L1$ 側に受光面を有している。電子撮像素子1は、それぞれの検出要素10において光を受光し、2次元画像情報を取得するようになっている。

【0012】

電子撮像素子1において、複数の検出要素10が配列された配列面3は、非平面となっている。より好ましくは、この配列面3の曲率半径 $R$ は、以下の条件式(1)を満足している。

$$|R| < 20f \dots\dots (1)$$

ただし、

f : 光学系(レンズ $L1$ )の焦点距離

## 【0013】

また、より好ましくは、配列面3は、物体側に凹となっている。なお、この配列面3は、図示しない支持基板の表面に形成してもよいし、他の部材に形成してもよい。

## 【0014】

次に、以上のような構成の電子カメラによってもたらされる光学的な作用および効果について説明する。

## 【0015】

この電子カメラでは、電子撮像素子1における検出要素10の配列面3を非平面としたため、配列面3の周辺部に配置された検出要素10における光の入射角度を、できるだけ $90^\circ$ に近づけることができる。これにより、レンズL1の設計に対する制約を与えることなく、電子撮像素子1の各検出要素10における受光効率を改善することができる。

## 【0016】

さらに、この配列面3を非平面とすることにより、配列面3をレンズL1の像面湾曲に近い形状にすることができるため、各検出要素10におけるピントぼけを抑制することができる。

## 【0017】

また、特に、電子撮像素子1の検出要素10の配列面3の曲率半径Rが条件式(1)を満足するようにすることにより、検出要素10における光の入射角度をより $90^\circ$ に近づけることができる。これにより、より一層、電子撮像素子1の各検出要素10における受光効率を改善することができる。

## 【0018】

以上説明したように、本実施の形態の電子カメラによれば、電子撮像素子1の配列面3の周辺部に配置された検出要素10における入射角度を $90^\circ$ に近づけることが可能になり、従って、光学系の設計に対する制約を与えることなく、電子撮像素子1の各検出要素10における受光効率を改善することができる。また、配列面3をレンズL1の像面湾曲に近い形状にすることも可能になるため、各検出要素10におけるピントぼけを抑制することができる。

【0019】

## [実施例]

次に、本実施の形態の電子カメラの具体的な数値実施例について説明する。

【0020】

## &lt;実施例1&gt;

まず、本実施の形態に係る電子カメラの第1の実施例について説明する。本実施例の電子カメラの断面構造は、図1に示した構成と同様となっている。

【0021】

図2(A)，(B)は、電子カメラの構成に関する具体的な数値データを示している。より詳しくは、図2(A)は、基本的なレンズデータを示し、図2(B)は、非球面についてのデータを示す。図2(A)，(B)における面番号 $S_i$ の欄には、最も物体側のレンズ面を1番目として、像面側に向かうに従い順次増加するレンズ面の番号を示している。曲率半径 $R_i$ の欄には、図1に示した符号 $R_i$ に対応させて、物体側から $i$ 番目のレンズ面の曲率半径の値を示している。面間隔 $D_i$ の欄についても、図1に示した符号 $D_i$ に対応させて、物体側から $i$ 番目のレンズ面 $S_i$ と $i+1$ 番目のレンズ面 $S_{i+1}$ との光軸上の間隔を示す。曲率半径 $R_i$ および面間隔 $D_i$ の値の単位はミリメートル(mm)である。 $N_{dj}$ および $v_{dj}$ の欄には、それぞれ、物体側から $j$ 番目のレンズの $d$ 線(波長 $\lambda_d=587.6\text{nm}$ )に対する屈折率およびアッペ数の値を示す。また、図2(A)には、この電子カメラの光学系の焦点距離 $f(=1.00\text{mm})$ 、Fナンバー( $F_{NO.}=2.8$ )および画角 $2\omega(=67.1^\circ)$ の値についても示す。

【0022】

図2(A)において、面番号の左側に付された記号「\*」は、そのレンズ面が非球面であることを示す。本実施例では、レンズ $L_1$ の第1面 $S_1$ および第2面 $S_2$ は非球面形状となっている。図2(A)では、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍の曲率半径の数値を示している。

【0023】

本実施例においては、電子撮像素子1の検出要素10の配列面3(すなわち、第3面 $S_3$ )の曲率半径 $R$ は、条件式(1)を満たしている。



## 【0024】

図2 (B) には、非球面データとして、非球面形状を表す5つの非球面係数 $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ の値を示す。これらの非球面係数は、以下の式(A)によって表される非球面多項式における係数である。式(A)の非球面多項式は、

光軸 $Z_0$ に直交する方向に $h$ 軸を取って非球面の形状を表したものである。非球面は、式(A)で表される曲線を光軸 $Z_0$ の周りに回転して得られる曲面である。式(A)の非球面多項式において、 $h$ は、光軸 $Z_0$ からレンズ面までの距離(高さ)(単位:mm)を表す。 $Z(h)$ は、高さ $h$ におけるレンズ面のサグ(sag)量を表している。より詳しくは、 $Z(h)$ は、光軸 $Z_0$ から高さ $h$ の位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面(光軸に垂直な平面)に下ろした垂線の長さ(単位:mm)を示す。 $C$ は、光軸近傍におけるレンズ面の近軸曲率半径 $R$ の逆数( $1/R$ )である。また、 $K$ は、離心率(または円錐定数)を表し、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ は、それぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数を表す。なお、図2 (B)に示した非球面係数を表す数値において、記号“E”は、その次に続く数値が10を底とした“べき指数”であることを示し、その10を底とした指数関数で表される数値が“E”の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「1.0E-02」は、「 $1.0 \times 10^{-2}$ 」であることを示す。

## 【0025】

$$Z(h) = Ch^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} \\ + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} \dots\dots (A)$$

## 【0026】

図3 (A) ~ (C) は、本実施例における電子カメラの光学系についての諸収差を示している。より詳しくは、図3 (A) は球面収差を示し、図3 (B) は非点収差を示し、図3 (C) はディストーション(歪曲収差)を示している。これらの図において、各収差は $d$ 線を基準としたものを示している。各収差図において、符号 $g$ 、 $d$ 、 $C$ を付した曲線は、それぞれ $g$ 線、 $d$ 線、 $C$ 線についての収差を示している。 $g$ 線、 $d$ 線、 $C$ 線の波長は、それぞれ、435.8nm、587.6nm、656.3nmである。図3 (B) において、実線はサジタル像面 $S$ に対する収差を示し、

破線はタンジェンシャル（メリジオナル）像面Tに対する収差を示している。なお、各収差図において、 $F_{N0}$  は、Fナンバーを示し、 $\omega$  は半画角を示している。

【0027】

## <実施例2>

次に、本実施の形態に係る電子カメラの第2の実施例について説明する。

【0028】

図4は、本実施例に係る電子カメラの光学系の構成を示したものである。図4に示した各符号の意味は、上述の図1に付したものと同様である。

【0029】

本実施例に係る電子カメラは、図4に示したように、光軸Oに沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第1のレンズL1と、結像側に凸面を向けたメニスカス形状の第2のレンズL2と、結像側に凸面を向けたメニスカス形状の第3のレンズL3と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第4のレンズL4と、物体側の面が平坦面となっており結像側の面が結像側に凸面となっている第5のレンズL5とを備えている。第2のレンズL2の物体側の面および結像側の面は、いずれも非球面である。また、第4のレンズL4の物体側の面および結像側の面は、いずれも非球面である。

【0030】

第5のレンズL5の結像側の面には、電子撮像素子1の複数の検出要素10が取り付けられている。すなわち、第5のレンズL5の結像側の面（すなわち、第11面S11）が、電子撮像素子1の検出要素10の配列面3となっている。

【0031】

図5（A）、（B）は、本実施例の電子カメラの構成に関する具体的な数値データを示している。より詳しくは、図5（A）は、基本的なレンズデータを示し、図5（B）は、非球面についてのデータを示す。図5（A）、（B）に示した各数値の示す意味は、実施例1（図2（A）、（B））の場合と同様である。

【0032】

本実施例においては、電子撮像素子1の検出要素10の配列面3（すなわち、

第11面S11)の曲率Rは、条件式(1)を満足している。但し、光学系の焦点距離fは、第1のレンズL1から第5のレンズL5までを含む全系の焦点距離である。

#### 【0033】

図6(A)～(D)は、本実施例における電子カメラの諸収差を示している。より詳しくは、図6(A)は球面収差を示し、図6(B)は非点収差を示し、図6(C)はディストーションを示している。図6(B)において、実線はサジタル像面Sに対する収差を示し、破線はタンジェンシャル(メリジオナル)像面Tに対する収差を示している。これらの収差図に付した各符号の意味は、実施例1(図3(A)～(C))の場合と同様である。

#### 【0034】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、配列面3の曲率半径Rや、各レンズ成分の曲率半径R、面間隔D、屈折率Nおよびアッペ数 $\nu$ の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値を取り得る。

#### 【0035】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項1または2記載の電子カメラによれば、電子撮像素子における検出要素の配列面を非平面としたので、各検出要素(特に、配列面の周辺部に配置された検出要素)における入射角度をできるだけ $90^\circ$ に近づけることができる。従って、光学系の設計に対する制約を与えることなく、電子撮像素子の検出要素における受光効率を向上することができる。

#### 【0036】

特に、請求項2に記載の電子カメラによれば、電子撮像素子の配列面の曲率半径が条件式(1)を満たすようにしたので、各検出要素への入射角度をさらに $90^\circ$ に近づけることができる。従って、より一層、電子撮像素子の検出要素における受光効率を向上することができる。また、配列面を光学系の像面湾曲に近い形状にすることができるため、ピントぼけを抑制することも可能になる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態に係る電子カメラの一構成例を示す断面図である。

【図 2】

本発明の一実施の形態に係る電子カメラの第 1 の数値実施例（実施例 1）を示す説明図であり、（A）は、基本的なレンズデータを示し、（B）は、非球面についてのデータを示している。

【図 3】

実施例 1 の電子カメラにおける球面収差、非点収差およびディストーションを示す収差図である。

【図 4】

本発明の一実施の形態に係る電子カメラの他の構成例を示す断面図である。

【図 5】

本発明の一実施の形態に係る電子カメラの第 2 の数値実施例（実施例 2）を示す説明図であり、（A）は、基本的なレンズデータを示し、（B）は、非球面についてのデータを示している。

【図 6】

実施例 2 の電子カメラにおける球面収差、非点収差およびディストーションを示す収差図である。

【符号の説明】

L 1 …第 1 のレンズ、L 2 …第 2 のレンズ、L 3 …第 3 のレンズ、L 4 …第 4 のレンズ、L 5 …第 5 のレンズ、O …光軸、1 …電子撮像素子、3 …配列面、1 0 …検出要素。

特2001-094961



Table 1  
【図2】

(A)

実施例1・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu_{dj}$ (アッペ数)
*1	1.1300	0.80662	1.49700	81.6
*2	-0.6769	0.76302		
3	-3.7642	0.0000		

(\*: 非球面)

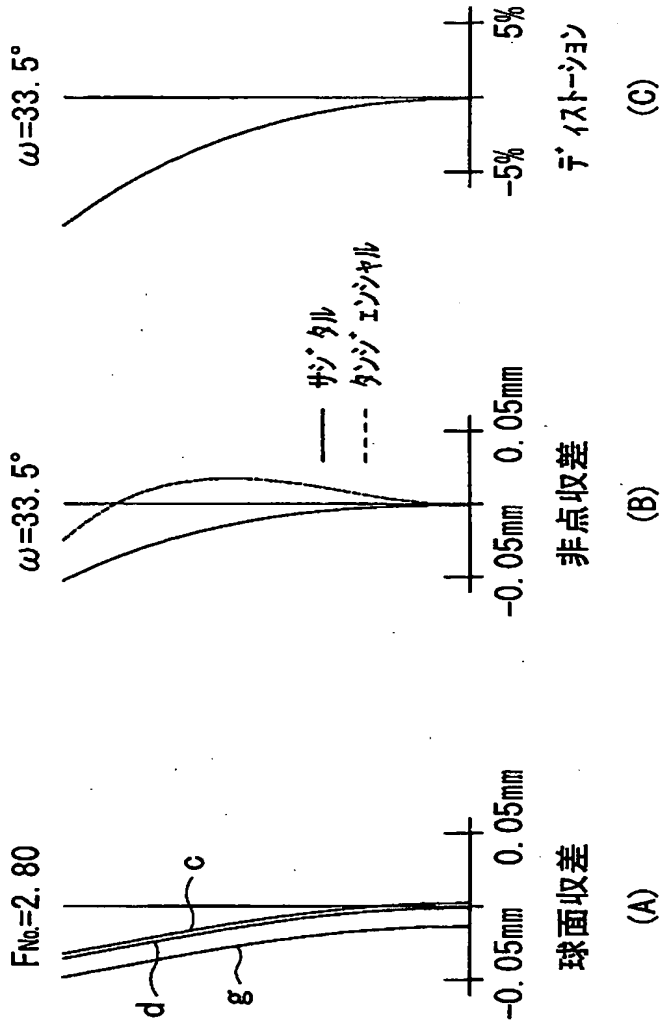
( $f=1.00$ ,  $F_{Na}=2.8$ ,  $2\omega=67.1$ )

(B)

実施例1・非球面データ					
面番号	非球面係数				
	K	A4	A6	A8	A10
第1面	0.5125	3.3751E-01	-3.8136E+00	-1.4285E-02	2.0606E-02
第2面	-0.1136	4.1294E-01	-1.1224E-01	-1.7612E-01	-1.4666E-02

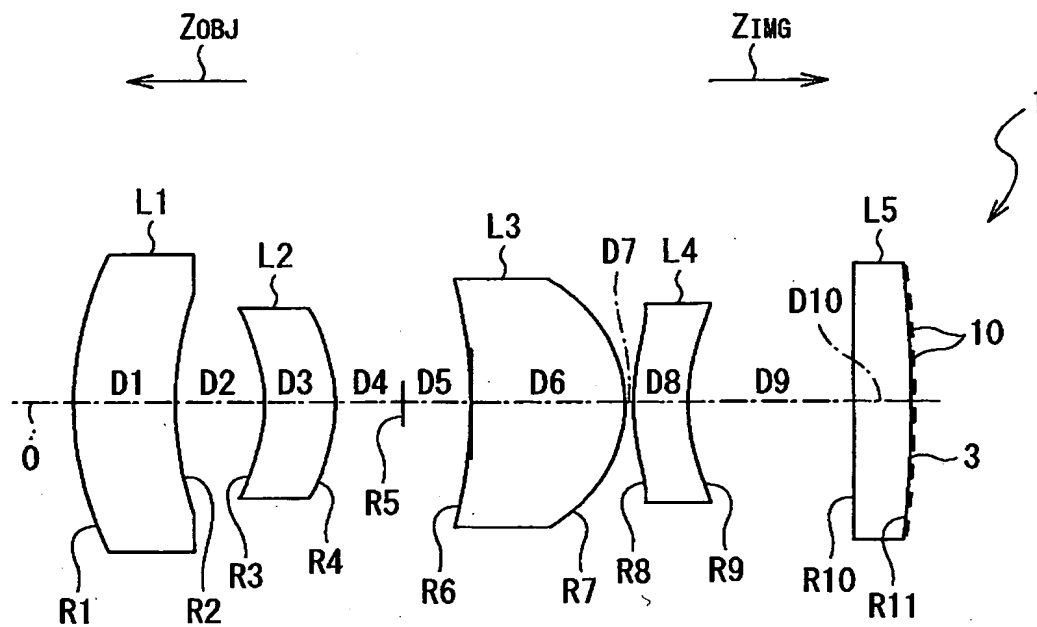
【図 3】

実施例 1





【図 4】



【図 5】

(A)

実施例2・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu_{dj}$ (アッペ数)
1	1.3172	0.3470	1.92286	21.3
2	1.3758	0.3019		
*3	-0.5444	0.2384	1.50848	56.4
*4	-0.5631	0.2293		
5	0.0000	0.2293		
6	-1.9866	0.5191	1.65160	58.5
7	-0.5350	0.0306		
*8	1.0153	0.1834	1.50848	56.4
*9	0.8369	0.5564		
10	0.0000	0.1987	1.51680	64.2
11	-4.5861			

(\*:非球面)

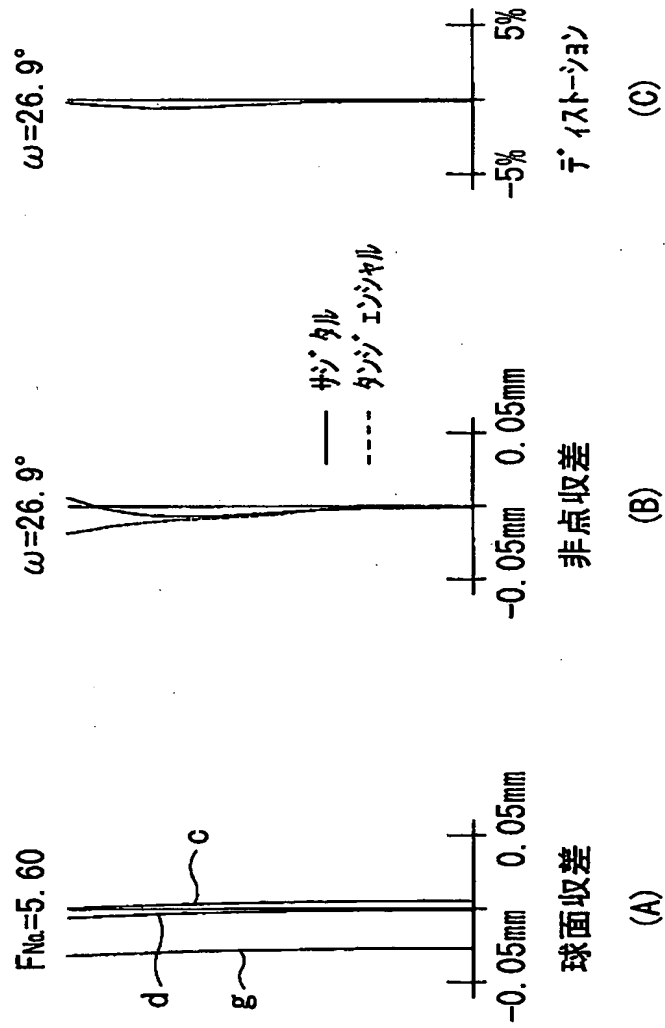
(  $f=1.00$ ,  $F_{No}=5.6$ ,  $2\omega=54.0$  )

(B)

実施例2・非球面データ					
面番号	非球面係数				
	K	A4	A6	A8	A10
第3面	1.9583	4.2589E+00	-1.3839E-02	2.9167E+01	-4.9631E+01
第4面	-0.7064	2.6072E+00	1.4847E-01	-1.4001E+02	7.4866E+01
第8面	-3.8076	9.8739E-01	-1.4064E+01	-1.1646E+01	1.6638E+01
第9面	-3.0230	2.6965E+00	-2.1772E+01	1.9202E+01	7.9036E+01

【図 6】

実施例 2



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    電子撮像素子の各検出要素における受光効率を改善することができる電子カメラを提供する。

【解決手段】    電子カメラは、レンズL 1 と電子撮像素子1 とを有している。電子撮像素子1 は、多数の検出要素1 0 を所定の配列面3 に沿って二次元的に配列して構成されている。電子撮像素子1 において検出要素1 0 が配列された配列面3 を非平面とすることにより、電子撮像素子1 の各検出要素1 0 （特に配列面3 の周辺に配置された検出要素）への入射角度をできるだけ9 0° に近づけ、検出効率を改善することができる。

【選択図】            図1

職権訂正履歴（職権訂正）

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 0 9 4 9 6 1
受付番号	5 0 1 0 0 4 5 7 3 1 1
書類名	特許願
担当官	北原 良子 2 4 1 3
作成日	平成 1 3 年 4 月 1 7 日

<訂正内容 1>

訂正ドキュメント

明細書

訂正原因

職権による訂正

訂正メモ

【図面の簡単な説明】の欄が脱落していますので追加します。

訂正前内容

【図 1】

本発明の一実施の形態に係る電・・・

訂正後内容

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態に係る電・・・

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-094961
受付番号	50100457311
書類名	特許願
担当官	北原 良子 2413
作成日	平成13年 4月19日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005430
【住所又は居所】	埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地
【氏名又は名称】	富士写真光機株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100109656
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階 翼国際特許事務所

【氏名又は名称】	三反崎 泰司
----------	--------

【代理人】

【識別番号】	100098785
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階 翼国際特許事務所

【氏名又は名称】	藤島 洋一郎
----------	--------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005430]

1. 変更年月日 1990年 8月14日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地  
氏 名 富士写真光機株式会社
2. 変更年月日 2001年 5月 1日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地  
氏 名 富士写真光機株式会社